

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-186553

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/64	7259-5 J	H 0 3 H 9/64	Z
	9/145	7259-5 J	9/145	Z
	9/25	7259-5 J	9/25	Z
		7259-5 J		C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-343582

(22) 出願日 平成7年(1995)12月28日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 筏 克弘

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

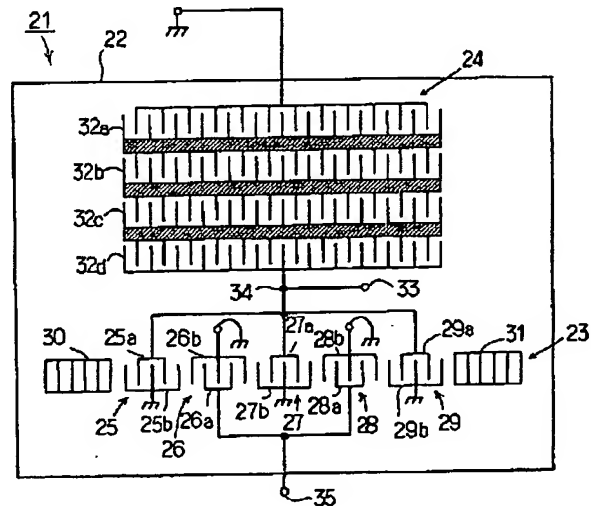
(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 通過帯域内において低損失であり、耐電力性に優れ、阻止域における反射係数が大きくされており、さらに通過帯域よりも低周波数側の減衰域における減衰量を拡大し得るだけでなく、通過帯域よりも高周波数側の減衰域における減衰量も拡大し得る弾性表面波装置を提供し得る。

【解決手段】 36° YカットX伝搬 LiTaO_3 よりなる圧電基板22上に、少なくとも5個のIDT25～29を有する多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ23を構成し、入力端子33と入力側IDT25、27、29との間の接続点34と、アース電位との間に、共振周波数がSAW共振子フィルタ23の通過帯域よりも低周波数側の周波数領域に位置するように並列腕共振器24を接続してなる弾性表面波装置21。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板または圧電薄膜を有する表面波基板と、

前記圧電基板上または前記圧電薄膜に接するように形成されている5個以上のインターデジタルトランスデューサ及び前記インターデジタルトランスデューサが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された一対の反射器を有する多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタと、

反射器を有せず、かつ共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するように前記SAW共振子フィルタに並列接続された一端子対SAW共振子よりなる並列腕共振子とを備え、

入力側端子が、前記SAW共振子フィルタと前記並列腕共振子との接続点であることを特徴とする、弾性表面波装置。

【請求項2】 前記多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタは、5以上の奇数個のインターデジタルトランスデューサを有し、該奇数個のインターデジタルトランスデューサは表面波伝搬方向に沿って交互に入力側

インターデジタルトランスデューサまたは出力側インターデジタルトランスデューサとされており、前記一対の反射器に最も近い2つのインターデジタルトランスデューサを含む入力側インターデジタルトランスデューサの電極指の数の総和が、出力側インターデジタルトランスデューサの電極指の数の総和よりも多くされており、かつ前記入力側インターデジタルトランスデューサに前記並列腕共振子が接続されている、請求項1に記載の弾性表面波装置。

【請求項3】 前記圧電基板は、 36° YカットX伝搬LiTaO₃基板により構成されており、かつ前記インターデジタルトランスデューサの電極指の幅 w と表面波の波長 λ との比 w/λ が、 $w/\lambda \leq 0.32$ とされている、請求項2に記載の弾性表面波装置。

【請求項4】 前記出力側インターデジタルトランスデューサに接続されており、かつその反共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも高周波数側となるように接続された一端子対SAW共振子よりなる少なくとも1個の直列腕共振子をさらに備える、請求項2に記載の弾性表面波装置。

【請求項5】 圧電基板または圧電薄膜を有する表面波基板と、

前記圧電基板上または前記圧電薄膜に接するように形成されている5以上の奇数個のインターデジタルトランスデューサ及び該インターデジタルトランスデューサが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された反射器とを有する多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタと、

反射器を有せず、かつ共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも低周波数側の周波数領域に位置

するようにSAW共振子フィルタに並列接続された一端子対SAW共振子よりなる第1の並列腕共振子と、前記出力側インターデジタルトランスデューサに接続されており、かつその反共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも高周波数側となるように接続された一端子対SAW共振子よりなる少なくとも1個の直列腕共振子とを備え、

前記SAW共振子フィルタにおいて、一対の反射器に最も近い2つのインターデジタルトランスデューサを含む入力側インターデジタルトランスデューサの電極指の数の総和が、出力側インターデジタルトランスデューサの電極指の数の総和よりも多くされており、かつ前記入力側インターデジタルトランスデューサに前記第1の並列腕共振子が接続されており、かつ前記出力側インターデジタルトランスデューサに、その共振周波数が前記直列腕共振子の反共振周波数よりも高周波数側となるように第2の並列腕共振子が接続されている弾性表面波装置の製造方法において、

前記第2の並列腕共振子を接続した後に、少なくとも1個の前記直列腕共振子を接続することを特徴とする、弾性表面波装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、帯域フィルタとして用いられる弾性表面波装置に関し、特に、多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタを用いて構成された弾性表面波装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】移動体通信機などの各種通信機器において、帯域フィルタとして弾性表面波装置が多用されている。ところで、携帯電話のアンテナトップの受信側において帯域フィルタとして用いられている弾性表面波装置では、低損失であり、かつ通過帯域外の減衰量が大いことが求められる。

【0003】そこで、低損失化、通過帯域内におけるVSWR（定在波比）の低減並びに阻止域における減衰量の拡大が図られている弾性表面波装置が、特開平6-97525号公報に開示されている。

【0004】この先行技術に記載の弾性表面波装置の電極構造を図1に示す。この弾性表面波装置では、圧電基板上において、3電極型SAW共振子フィルタ1と、直列腕共振子2と、並列腕共振子3とが構成されている。

【0005】SAW共振子フィルタ1は、中央領域に3個のインターデジタルトランスデューサ（以下、IDT）4～6を有する。IDT4～6は、それぞれ、一対のくし型電極4a、4b、5a、5b、6a、6bからなる。IDT4～6が設けられている領域の表面波伝搬方向両側には、反射器7、8が配置されている。また、IDT4、6の一方のくし型電極4a、6aは、共通接続されて、接続点9に接続されている。この接続点9

と、入力端子10との間に、直列腕共振子2が接続されている。直列腕共振子2は、IDT11の両側に反射器12、13を配置した構造を有する。

【0006】また、出力側IDT5の一方のくし型電極5aが接続点14に接続されている。接続点14は、出力端子15に接続されている。また、接続点14とアース電位との間に並列腕共振子3が接続されている。並列腕共振子3は、IDT16と、IDT16の両側に配置された反射器17、18とを有する。

【0007】SAW共振子フィルタ1のくし型電極4b、5b、6bは、それぞれ、アース電位に接続されている。また、上記直列腕共振子2の共振周波数が、SAW共振子フィルタ1の通過帯域内に位置するように該直列腕共振子2が接続されており、かつ並列腕共振子3の反共振周波数がSAW共振子フィルタ1の通過帯域内に位置するように該並列腕共振子3が並列接続されている。

【0008】すなわち、上記弾性表面波装置では、3電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ1の3個のIDT4～6のうち、外側のIDT4、6に直列腕共振子2を、共振周波数がSAW共振子フィルタ1の通過帯域内に位置するように直列接続することにより、該直列腕共振子のインピーダンス周波数特性により、SAW共振子フィルタ1の外側のIDT4、6側におけるVSWRの低減が図られ、かつ通過帯域外の、特に高周波数側の減衰域における減衰量が拡大されている。また、上記SAW共振子フィルタ1の中央のIDT5に、上記並列腕共振子3を、その反共振周波数がSAW共振子フィルタ1の通過帯域内に位置するように並列接続することにより、該並列腕共振子3のインピーダンス周波数特性により、SAW共振子フィルタ1の中央のIDT5側におけるVSWRの低減並びに通過帯域外、特に低周波数側の減衰域における減衰量の拡大が図られている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述した弾性表面波装置では、3電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ1に、直列腕共振子2及び並列腕共振子3を上記のように接続することにより、損失の低減並びに通過帯域外の減衰域における減衰量の拡大が図られている。

【0010】他方、携帯電話などのアンテナトップでは、その受信側(Rx側)フィルタの阻止域(送信側の通過帯域)には、送信側からの大きな電力が印加される。このような受信側フィルタとして、上記弾性表面波装置を用いた場合には、送信側からの大電力に耐え得ないことがあり、例えば2Wの電力が印加された場合には、瞬時に破壊してしまうという問題があった。

【0011】また、上記弾性表面波装置を携帯電話用のアンテナトップの受信側フィルタとして用いる場合には、ストリップラインなどを用いて阻止域のインピーダンスが開放となるように設定して、例えば誘電体共振器

を用いたフィルタやSAWフィルタからなる送信側フィルタに接続している。しかしながら、この場合、送信側の損失を抑制するには、送信側の通過帯域における受信側フィルタの反射係数が大きいことが望まれるが、上記弾性表面波装置では、送信側の通過帯域における反射係数を十分に高め得なかった。

【0012】加えて、SAW共振子フィルタの一般的な特徴として、通過帯域よりも高周波数側の減衰域における減衰量が十分でなく、従って、高周波数側の減衰域における減衰量の拡大が強く求められている。

【0013】本発明は、上述した従来の弾性表面波装置の欠点を解消し、低損失であり、かつ通過帯域よりも低周波数側の減衰域における減衰量を拡大し得るだけでなく、耐電力性に優れ、さらに通過帯域よりも高周波数側における減衰域の減衰量が拡大されている弾性表面波装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】本発明は、上記課題を達成するために成されたものであり、本発明の広い局面によれば、圧電基板または圧電薄膜を有する表面波基板と、前記圧電基板上または前記圧電薄膜に接するように形成されている5個以上のIDT及び前記IDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された一対の反射器を有する多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタと、反射器を有せず、かつ共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するように前記SAW共振子フィルタに並列接続された一端子対SAW共振子よりなる並列腕共振子とを備え、入力側端子が、前記SAW共振子フィルタと前記並列腕共振子との接続点であることを特徴とする、弾性表面波装置が提供される。

【0015】本発明によれば、多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタに上記並列腕共振子が上記の関係で並列接続されているため、入力端子から印加される電力は、SAW共振子フィルタと並列腕共振子とに分散されることになり、それによって耐電力性が効果的に高められる。

【0016】また、上記並列腕共振子は、その共振周波数がSAW共振子フィルタの通過帯域よりも低周波数側の領域に位置するように設けられているため、通過帯域の低周波数側の減衰域における減衰量が高められる。加えて、後述の実施形態の説明から明かなように、阻止域における反射係数も高められる。

【0017】また、本発明の特定の局面では、上記多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタは、5以上の奇数個のIDTを有し、該奇数個のIDTは、表面波伝搬方向に沿って交互に入力側IDTまたは出力側IDTとされている。この場合、上記一対の反射器に最も近い2個のIDTは入力側IDTとされる。また、該一対の反射器に最も近い2個のIDTを含む入力側IDT

の電極指の数の総和が、出力側IDTの電極指の数の総和よりも多くされ、上記並列腕共振子は、入力側IDTに接続されている。

【0018】この特定の局面により提供される弾性表面波装置では、上記本発明の広い局面により提供される弾性表面波装置の作用効果に加えて、入力側IDTの数が出力側IDTの数よりも多くなるため、すなわち一对の反射器に最も近い2個のIDTが入力側IDTとなるように入力側IDT及び出力側IDTが表面波伝搬方向に沿って交互に配置されているため、電力が印加される側のIDTの電極指総面積が大きくなり、従って、入力側端子の阻止域における耐電力性をより一層高めることができる。

【0019】また、本発明のさらに特定の局面では、圧電基板として、 36° YカットX伝搬LiTaO₃基板が用いられ、IDTの電極指の幅 w と表面波の波長 λ との比 w/λ が、 $w/\lambda \leq 0.32$ とされる。この場合、圧電基板として、電気機械結合係数が大きくかつ温度特性が良好な 36° YカットX伝搬LiTaO₃基板が用いられているため、温度特性が良好であり、かつ十分な帯域幅を有する弾性表面波装置を容易に提供し得る。加えて、IDTの電極指の幅 w と表面波の波長 λ との比が上記のように0.32以下とされているため、後述の実施形態の説明から明らかなように、5個以上の奇数個のIDTを構成した構成において、相対的に多数である入力側IDTの電極指総面積を相対的に出力側IDTの電極指総面積に比べてより一層大きくすることができ、それによって耐電力性をさらに高め得る。

【0020】本発明においては、好ましくは、上記本発明の特定の局面により提供される5個以上の奇数個のIDTを有する構成において、出力側IDTには、反共振周波数がSAW共振子フィルタの通過帯域よりも高周波数側となるように一端子対SAW共振子よりなる少なくとも1個の直列腕共振子が接続される。少なくとも1個の直列腕共振子をさらに接続した構成では、耐電力性、阻止域における反射係数だけでなく、位相を損なうことなく通過帯域よりも高周波数側の減衰域における減衰量を効果的に増大し得る。

【0021】また、本発明の別の局面では、圧電基板または圧電薄膜を有する表面波基板と、前記圧電基板上または前記圧電薄膜に接するように形成されている5以上の奇数個のインターデジタルトランスデューサ及び該インターデジタルトランスデューサが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された反射器とを有する多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタと、反射器を有せず、かつ共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも低周波数側の周波数領域に位置するようにSAW共振子フィルタに並列接続された一端子対SAW共振子よりなる第1の並列腕共振子と、前記出力側インターデジタルトランスデューサに接続されてお

り、かつその反共振周波数が前記SAW共振子フィルタの通過帯域よりも高周波数側となるように接続された一端子対SAW共振子よりなる少なくとも1個の直列腕共振子とを備え、前記SAW共振子フィルタにおいて、一对の反射器に最も近い2つのインターデジタルトランスデューサを含む入力側インターデジタルトランスデューサの電極指の数の総和が、出力側インターデジタルトランスデューサの電極指の数の総和よりも多くされており、かつ前記入力側インターデジタルトランスデューサに前記第1の並列腕共振子が接続されており、かつ前記出力側インターデジタルトランスデューサに、その共振周波数が前記直列腕共振子の反共振周波数よりも高周波数側となるように第2の並列腕共振子が接続されている弾性表面波装置の製造方法において、前記第2の並列腕共振子を接続した後に、少なくとも1個の前記直列腕共振子を接続することを特徴とする、弾性表面波装置の製造方法が提供される。この製造方法によれば、上述した本発明の弾性表面波装置の作用効果に加えて、さらに通過帯域よりも高周波数側において、より広い周波数範囲にわたり減衰量を拡大することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の非限定的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0023】第1の実施形態

図2は、本発明の第1の実施形態に係る弾性表面波装置の略図的平面図である。

【0024】弾性表面波装置21は、圧電基板22を用いて構成されている。圧電基板22は、 36° YカットX伝搬LiTaO₃基板よりなる。圧電基板22上に後述の種々の電極を形成することにより多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ23と並列腕共振子24とが構成されている。

【0025】すなわち、圧電基板22上に、5個のIDT25～29がSAW共振子フィルタ23における表面波伝搬方向に沿って配置されている。IDT25～29のうち、IDT25、27、29が入力側IDTであり、IDT26、28が出力側IDTである。各IDT25～29は、それぞれ、一对のくし型電極25a、25b～29a、29bを有する。IDT25～29が設けられている領域の表面波伝搬方向外側には、反射器30、31が形成されている。反射器30、31は、複数本の電極指を有するグレーティング反射器により構成されている。

【0026】また、並列腕共振子24は、一端子対SAW共振子により構成されており、5個のIDT32a～32dを直列に接続してなる構成を有する。各IDT32a～32dは、それぞれ、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する一对のくし型電極により構成されている。また、IDT32a～32dの開口長及び電極指の対数は全て同一とされている。

【0027】並列腕共振子24は、その共振周波数が、SAW共振子フィルタ23の通過帯域よりも低周波数側であって、特に、阻止域よりも高周波数側となるように、入力側IDT25、29のくし型電極25a、29aに電気的に接続されている。すなわち、入力端子33に接続されている接続点34に、SAW共振子フィルタ23の入力側IDT25、27、29の第1のくし型電極25a、27a、29aが接続されていると共に、該接続点34に並列腕共振子24が接続されている。並列腕共振子24の反対側の端子は、アース電位に接続されている。また、SAW共振子フィルタ23の入力側IDT25、27、29の第2のくし型電極25b、27b、29bもアース電位に接続されている。

【0028】また、出力側IDT26、28の第1のくし型電極26a、28aは共通接続されて、出力端子35に接続されている。IDT26、28の第2のくし型電極26b、28bは、それぞれ、アース電位に接続されている。

【0029】上記SAW共振子フィルタ23の減衰量周波数特性を、図4に示す。なお、図4において、実線Bで示す特性は、実線Aで示す特性の要部を、縦軸の挿入損失を縦軸の右側のスケールに拡大して示した特性である。

【0030】また、上記SAW共振子フィルタ23のインピーダンススミスチャートを図5(a)及び(b)に示す。なお、図5(a)は、IDT25、27、29側の端子から見た特性を、図5(b)はIDT26、28側の端子から見た特性である。なお、上記SAW共振子フィルタ23の通過帯域は、935~960MHzであり、低周波数側の阻止域は890~915MHzである。

【0031】前述したように、本実施形態の弾性表面波装置21では、上記SAW共振子フィルタ23に並列腕共振子24が上記のように接続されているが、その全体としての通過帯域内外の減衰量周波数特性を図6に示す。なお、図6において、実線Dは、実線Cで示した特性の要部を縦軸の挿入損失を縦軸の右側のスケールで拡大して示した特性である。

【0032】図4と図6とを比較すれば明らかなように、図6に示した特性では、通過帯域よりも低周波数側の領域において、通過帯域近傍で減衰量が大きくなっていることがわかる。すなわち、本実施形態によれば、SAW共振子フィルタ23に上記並列腕共振子24を上記のように接続することにより、通過帯域外の低周波数側領域における減衰量が、特に、上記阻止域の中の高周波数側領域において減衰量が効果的に高められることがわかる。

【0033】また、図7(a)及び(b)は、本実施形態の弾性表面波装置21のインピーダンススミスチャートを示し、(a)は入力端子から見た特性を、(b)は

出力端子から見た特性を示す。図5(a)に示した特性と、図7(a)に示した特性とを比較すれば、図7

(a)に示されている特性の方が、阻止域すなわち相手側の通過帯域における反射係数が大きくなっていることがわかる。

【0034】加えて、本実施形態の弾性表面波装置21では、入力端子33には、IDT25、27、29だけでなく、並列腕共振子24を構成しているIDT32a~32dが接続されている。従って、入力側端子に接続されたIDTの電極指総面積は、図1に示した従来の弾性表面波装置におけるIDT5、16の電極指総面積に対して大きくなることがわかる。

【0035】すなわち、本実施形態では、上記並列腕共振子24がSAW共振子フィルタ23に上記の関係で接続されているため、通過帯域外の減衰域、特に低周波数側の減衰域において減衰量を拡大することができる。加えて、例えば携帯電話のアンテナトップにおいて受信側フィルタとして用いた場合には、阻止域における反射係数が高くされ得るため、送信側の通過帯域における損失を効果的に抑制することができる。

【0036】また、上記並列腕共振子24が接続されているため、上述したように、入力端子から印加された電力は、SAW共振子フィルタ23と並列腕共振子24とに分散されるため、耐電力性が高められる。

【0037】ところで、弾性表面波装置に大電力を投入した場合の破壊は、表面波を励振させたときに機械的ストレスがIDTの電極に発生し、IDTを構成している電極中の原子がマイグレーションが起こることによって考えられている。

【0038】図3は、IDTにおける上記電極指の幅w、表面波の波長λ及び交叉幅tとの関係を示す図である。図3を参照して、耐電力性を高め得るさらなる条件を説明する。

【0039】例えば図1に示した従来の3電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタでは、広帯域化を図るためにIDTの電極指の本数を減らした場合、入出力のインピーダンスを50Ωとするために、IDTの交叉幅tを大きくするか、IDTの電極指の幅wを大きくする必要があった。従って、従来、IDTにおける抵抗損失を低減するために、上記交叉幅tを小さくし、電極指の幅wを波長λの0.35倍以上まで太くしていた。

【0040】これに対して、本実施形態の弾性表面波装置21では、IDT25~29の5個のIDTが設けられているため、3電極型SAW共振子フィルタの場合と同じ交叉幅とした場合であっても、各IDT25~29における電極指の幅を3電極型SAW共振子フィルタのIDTの場合の電極指の幅よりも細くして入出力インピーダンスを50Ω純抵抗とすることができる。

【0041】本願発明者は、IDTの数を変化させて、入出力インピーダンスが50Ω純抵抗となる電極指の幅

wと交叉幅tとの関係を調べた。その結果、図8に示す結果が得られた。なお、図8に示す関係においては、 $t/\lambda = 0.25$ における比帯域幅が4%と一定である場合を基準に、比帯域幅を一定として上記関係を求めたものである。

【0042】なお、図8の実線E～Hは、それぞれ、実線E…3電極型、実線F…5電極型、実線G…7電極型、実線H…9電極型の場合の関係を示す。図8から明らかなように、交叉幅tが同じ場合、すなわち比 t/λ が等しい場合、3電極型において比 $w/\lambda = 0.35$ 以上10に相当の構成を、5電極型では、比 $w/\lambda = 0.15$ 以下で実現し得ることがわかる。すなわち、広帯域化を図るために、IDTにおける電極指の本数を減らした場合に、入出力間のインピーダンスを所定の値とするために、本実施形態では、電極指の幅を太くする必要のないことがわかる。

【0043】他方、電極間マイグレーションにより短絡に至る寿命時間は、IDTにおける信号線とアース線との間隔が広いほど長くなることがわかっている。従って、高周波化によってIDTの波長 λ が短くなった場合、本実施形態では、電極指の幅wを上記のように狭くし得るため、耐電力性を効果的に高め得ることがわかる。

【0044】本実施形態では、上記のように、電極指の幅wを細くし得ることにより耐電力性を高め得るだけでなく、前述したように、入力側IDTが3個のIDT25、27、29と、出力側のIDT26、28に比べて多くされており、さらに上記並列腕共振子24のIDT32a～32dが設けられているため、電力が印加される側のIDTの電極の総面積を出力側IDTの電極の総面積よりも大きくすることができるため、それによっても入力側端子の阻止域における耐電力性を効果的に高め得る。

【0045】第1の実施形態の変形例

第1の実施形態の弾性表面波装置21は上述のように構成されていたが、好ましくは、上記弾性表面波装置のSAW共振子フィルタ23のIDT25～29における電極指の幅wと、表面波の波長 λ との比は、 $w/\lambda \leq 0.32$ とされ、それによって耐電力性がより一層高められる。すなわち、SAW共振子フィルタにおけるIDTの電極指交叉幅を小さくすると、電極面積が小さくなるため耐電力性が劣化することになる。そこで、種々の数のIDTを有する電極構成における電極指の幅wとIDTの数によって、耐電力性に影響するIDTの電極指面積の総和がどのように変化するかを調べた。図9～図11は、それぞれ、IDTが5個、7個及び9個の場合に、電極指の交叉幅tと波長 λ との比 t/λ に10入力側IDT25、27、29の電極指の本数nを掛けた値と、比 w/λ との関係を示す図である。ここで、交叉幅tと、電極指の本数nの積は、IDTの電極面積に相当する量を

示し、それぞれ、IDTが5個、7個及び9個の場合の入力側IDTの電極指の総本数は、 $n_5 = 91$ 、 $n_7 = 136$ 及び $n_9 = 195$ である。

【0046】また、従来の3個のIDTを用いた弾性表面波装置では、前述したように電極指の幅wが波長 λ の0.35倍以上とされていた。そこで、図9～図11においては比較のために、●印を付して、 $w/\lambda = 0.35$ の場合の従来の3電極型弾性表面波装置における $t \times n/\lambda$ の値を併せて示した。

【0047】図9～図11から明らかなように、5個以上のIDTを用いた構成では、電極の幅wが一定の場合、IDTの数が増加するにつれて、面積に相当する量である $t \times n/\lambda$ が大きくなっており、その量が最も小さいのはIDTを5個用いた場合である。

【0048】従って、図9～図11に示されているように、5個以上のIDTを用いる場合、比 w/λ を0.32以下とすれば、入力側IDTの電極総面積を大きくすることができ、より一層耐電力性を高め得ることがわかる。

【0049】第2の実施形態

図12は、本発明の第2の実施形態に係る弾性表面波装置を説明するための略図的平面図である。弾性表面波装置41は、圧電基板42を用いて構成されており、圧電基板42は、36° YカットX伝搬LiTaO₃基板からなる。圧電基板42上に、後述の種々の電極を形成することにより、多電極型縦結合SAW共振子フィルタ43と、並列腕共振子44と、直列腕共振子60とが構成されている。

【0050】SAW共振子フィルタ43及び並列腕共振子44は、第1の実施形態に係るSAW共振子フィルタ23及び並列腕共振子24と同様に構成されている。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、その詳細な説明は省略する。

【0051】本実施形態が、第1の実施形態と異なるところは、SAW共振子フィルタ43の出力側に、直列腕共振子60が接続されていることにある。すなわち、直列腕共振子60は、中央に配置されたIDT61と、IDT61の表面波伝搬方向外側に配置されたグレーティング反射器よりなる反射器62、63とを有する。IDT61は、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する一対のくし型電極61a、61bを有する。SAW共振子フィルタ43の出力側IDT26、28の一方のくし型電極26a、28aが共通接続されて、直列腕共振子60のくし型電極61aに接続されている。

【0052】従って、第2の実施形態に係る弾性表面波装置41では、入力端子33に接続されている接続点34に、並列腕共振子44とSAW共振子フィルタ43の入力側IDT25、27、29が接続されている。他方、出力側IDT26、28が、直列腕共振子60を介して出力端子35に接続されている。なお、SAW共振

子フィルタ43の通過帯域は、第1の実施形態の場合と同様に、935～960MHzであり、阻止域は890～915MHzである。

【0053】並列腕共振子44は、その共振周波数が上記阻止域よりも高周波数側の領域かつ通過帯域よりも低周波数側の領域となるように、IDT25、27、29に接続されている。また、直列腕共振子60は、その反共振周波数が、SAW共振子フィルタ43の通過帯域よりも高周波数側の減衰域に位置するようにIDT26、28に接続されている。

【0054】本実施形態の弾性表面波装置41の全体としての通過帯域内外の減衰量周波数特性を図13に示す。なお、図13の実線Jは、実線Iで示した特性の要部を縦軸の挿入損失を縦軸の右側のスケールで拡大して示す特性である。

【0055】図13に示す減衰量周波数特性を、第1の実施形態の弾性表面波装置の減衰量周波数特性である図6と比較すれば明かなように、本実施形態の弾性表面波装置41では、通過帯域よりも高周波数側の減衰域においても減衰量が大きくなっていることがわかる。すなわち、上記阻止域内の高周波数側の周波数領域における減衰量が拡大されるだけでなく、通過帯域よりも高周波数側の減衰域においても減衰量が大きくなることがわかる。

【0056】すなわち、弾性表面波装置41では、先ず、SAW共振子フィルタ43に、並列腕共振子44が、その共振周波数が阻止域の高周波数側の周波数領域となるように、入力側IDT25、27、29に接続されているため、通過帯域外の低周波数側の周波数領域、特に阻止域内の高周波数側の周波数領域における減衰量が拡大されている。

【0057】また、上記並列腕共振子44の接続により、入力端子16に印加される電力は、SAW共振子フィルタ43の入力側IDT25、27、29と並列腕共振子44とに分散されることになり、耐電力性が高められる。加えて、SAW共振子フィルタ43では、5個のIDT25～29が設けられており、入力側IDTが3個のIDT25、27、29で構成されているため、電極指の本数の多い入力側IDTに電力が印加されるため、並びに多対であり、かつ複数段のIDTを直列接続してなる並列腕共振子44が接続されていることにより、電力が印加されるIDTの電極の総面積が拡大されており、それによって入力側端子の阻止域における耐電力性が高められている。

【0058】加えて、上記直列腕共振子が、その反共振周波数がSAW共振子フィルタ43の通過帯域よりも高周波数側の減衰域に位置するように接続されているので、入力側端子の阻止域における上述した耐電力性及び反射係数を損なうことなく、通過帯域よりも高周波数側の減衰域における減衰量の拡大も図られる。

【0059】なお、本実施形態では、1個の直列腕共振子60が用いられていたが、2個以上の直列腕共振子が出力端子35とSAW共振子フィルタ43との間に接続されていてもよく、より多くの直列腕共振子を接続することにより、通過帯域よりも高周波数側の周波数領域における減衰量をより一層拡大し得る。

【0060】また、弾性表面波装置41を、通過帯域よりも低周波数側の減衰域の一部が阻止域（すなわち相手側の通過帯域）となるような携帯電話のアンテナ共用器として用いる場合には、阻止域のインピーダンスを高めるために、入力端子におけるインピーダンスの位相を回転させる必要がある。入力端子に、直列腕共振子を接続すると、位相の回転方向に対して逆に位相がまわることになるため、線路長の長い位相器が必要となる。ところが、位相器の線路長を長くすると、位相器における損失が大きくなり、かつ位相器のサイズも大きくなる。これに対して、本実施形態では、出力側に直列腕共振子60が接続されているため、入力端子33におけるインピーダンスの位相への影響を与えることなく、上記のように、通過帯域よりも高周波数側の減衰域における減衰量の拡大を図り得る。

【0061】第3の実施形態

図15は、本発明の第3の実施形態に係る弾性表面波装置を説明するための略図的平面図である。弾性表面波装置81は、圧電基板82を用いて構成されており、圧電基板82は、36°YカットX伝搬LiTaO₃基板からなる。

【0062】圧電基板82上には、種々の後述の電極を形成することにより、5電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ83と、並列腕共振子84と、直列腕共振子85と、第2の並列腕共振子86とが構成されている。もともと、SAW共振子フィルタ83及び並列腕共振子84は、第1の実施形態の弾性表面波装置21のSAW共振子フィルタ23及び並列腕共振子24と同様に構成されている。また、直列腕共振子85は、第2の実施形態の弾性表面波装置で用いられた直列腕共振子60と同様に構成されている。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、詳細な説明は省略する。

【0063】本実施形態の弾性表面波装置81が、第2の実施形態に係る弾性表面波装置42と異なる点は、さらに、第2の並列腕共振子86が、接続点87に接続されていることにある。すなわち、SAW共振子83の出力側IDT26、28は共通接続されて、接続点88に接続されており、該接続点88と直列腕共振子85との間の接続点87とアース電位との間に第2の並列腕共振子86が接続されている。

【0064】第2の並列腕共振子86は、一対のくし型電極89a、89bからなるIDT89と、IDT89の表面波伝搬方向両側に形成された反射器90、91と

10

20

30

40

50

を有する。

【0065】従って、弾性表面波装置81では、入力端子33に接続される接続点34とアース電位との間に並列腕共振器84が接続されており、かつ接続点34と出力端子35との間にSAW共振器フィルタ83及び直列腕共振器85が接続されており、さらに接続点87すなわちSAW共振器フィルタ83の出力側と、アース電位との間に第2の並列腕共振器86が接続された構成を有する。

【0066】上記構成において、並列腕共振器84の共振周波数は、第1の実施形態の場合と同様に、SAW共振器フィルタ83の通過帯域よりも低周波数側に位置するように、特に、低周波数側の減衰域の中でも阻止域の高周波数側に共振周波数が位置するようにSAW共振器フィルタ83に並列接続されている。

【0067】また、直列腕共振器85は、第2の実施形態の弾性表面波装置41の場合と同様に、その反共振周波数がSAW共振器フィルタ83の通過帯域よりも高周波数側の減衰域に位置するように接続されている。

【0068】他方、第2の並列腕共振器86は、その共振周波数が直列腕共振器85の反共振周波数よりも高周波数側となるように構成されており、かつ第2の並列腕共振器86を接続した後に、直列腕共振器85が接続される。

【0069】なお、上記SAW共振器フィルタ83は、第1、第2の実施形態で用いたSAW共振器フィルタ23、43と同様に、通過帯域は935～960MHzであり、阻止域は890～915MHzである。

【0070】第3の実施形態に係る弾性表面波装置81の減衰量周波数特性を図16に示す。図16における実線Lは実線Kで示した特性の要部を、縦軸の挿入損失を縦軸の右側のスケールで拡大して示す特性である。また、図17(a)、(b)は、それぞれ、2個の外側のIDT25、29を含む側の端子及びその反対側の端子のインピーダンススミスチャートをそれぞれ示す。

【0071】図16を、第2の実施形態の減衰量周波数特性である図13と比較すれば明らかなように、本実施形態の弾性表面波装置81では、通過帯域よりも高周波数側の周波数領域における減衰特性がより一層改善される。すなわち、通過帯域よりも高周波数側の周波数領域において、より広い周波数範囲にわたり大きな減衰量が確保されていることがわかる。これを、図18～図21を参照して詳細に説明する。

【0072】図18は、図15に示した弾性表面波装置81を構成するにあたり、先ず直列腕共振器85を接続し、しかる後第2の並列腕共振器86を接続した場合の周波数特性を示し、図19(a)及び(b)はその場合のインピーダンススミスチャートを示す。なお、図18において、実線Nは実線Mで示した特性の要部を、縦軸の挿入損失を縦軸の右側のスケールで拡大して示す特性

である。また、図19(a)及び(b)は、それぞれ、2個の外側のIDT25、29を含む側の端子及びその反対側の端子のインピーダンススミスチャートをそれぞれ示す。図18を、図16と比較すれば明らかなように、通過帯域よりも高周波数側の減衰域における減衰量が小さくなっていることがわかる。

【0073】また、図20は、図15に示した直列腕共振器85と第2の並列腕共振器86との総合特性としての減衰量周波数特性を示す。図20において、実線Pは、実線Oで示した特性を縦軸の挿入損失について縦軸の右側に示したスケールで拡大して示した特性を示す。また、図21(a)及び(b)は、それぞれ、直列腕共振器側のインピーダンススミスチャート及び並列腕共振器側のインピーダンススミスチャートを示す。図7

(b)の通過帯域よりも高周波数側、例えば980MHz付近におけるインピーダンスに対する図21(a)及び(b)のインピーダンスマッチングにより、980MHz付近において、減衰量が異なることがわかる。

【0074】また、図7(b)の通過帯域よりも高周波数側の周波数領域におけるインピーダンスに対し、図21(b)のインピーダンスの方が50Ω系で、よりミスマッチングとなるため減衰量が大きくなることがわかる。

【0075】従って、上記直列腕共振器85と第2の並列腕共振器86とをSAW共振器フィルタ83に接続する場合には、第2の並列腕共振器86及び直列腕共振器85の順に接続することにより、通過帯域よりも高周波数側の周波数領域において、より広い周波数範囲にわたって減衰量を効果的に拡大し得ることがわかる。

【0076】なお、第3の実施形態の弾性表面波装置81では、上記第2の並列腕共振器86を接続したこと、並びに第2の並列腕共振器86を直列腕共振器85の前に接続すること以外については、第2の実施形態の弾性表面波装置と同様であるため、第2の実施形態の弾性表面波装置41における作用効果も同じく得ることもできる。

【0077】すなわち、第2の実施形態の弾性表面波装置の場合と同様に、通過帯域よりも低周波数側の周波数領域、特に阻止域の高周波数側の周波数領域における減衰量が十分な大きさに確保され、十分な耐電力性を有し、かつ入力側端子の阻止域における耐電力性、反射係数及びインピーダンスの位相を損なうこともない。

【0078】その他

上述した第1～第3の実施形態では、圧電基板として、上記36°YカットX伝搬LiTaO₃基板を用いたが、他の圧電基板、例えばLiNbO₃や水晶などからなる圧電基板を用いてもよく、あるいはチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスのような圧電セラミックスよりなる基板を用いてもよい。さらに、絶縁基板や圧電基板上に圧電薄膜を形成してなる表面波基板を用いてもよい。

上記圧電薄膜としては、 ZnO 、 Ta_2O_5 などからなるものを挙げることができる。

【0079】また、IDTや反射器は、適宜の導電性材料により形成し得るが、表面波装置において慣用されているAlやAl合金を用いて形成すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の弾性表面波装置の一例の電極構造を説明するための平面図。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る弾性表面波装置の略図的平面図。

【図3】電極指交叉幅 t 、電極指の幅 w 及び表面波の波長 λ を説明するためのIDTの拡大平面図。

【図4】第1の実施形態で用いられたSAW共振子フィルタのみの減衰量周波数特性を示す図。

【図5】(a)及び(b)は、それぞれ、2個の外側の入力側IDTを含む側の端子のインピーダンススミスチャート及び上記端子とは反対側の端子のインピーダンススミスチャートを示す図。

【図6】第1の実施形態に係る弾性表面波装置の総合特性としての減衰量周波数特性を示す図。

【図7】(a)及び(b)は、第1の実施形態の弾性表面波装置の総合特性として、それぞれ、2個の外側の入力側IDTを含む側の端子のインピーダンススミスチャート及び上記端子とは反対側の端子のインピーダンススミスチャートを示す図。

【図8】図2に示した弾性表面波装置の入出力インピーダンスが 50Ω 純抵抗となる場合の比 t/λ と比 w/λ との関係を示す図。

【図9】第1の実施形態の弾性表面波装置の入出力インピーダンスが 50Ω 純抵抗となる場合の比 w/λ と、比 t/λ にIDTの電極指の本数 n を乗じた値との関係を示す図。

【図10】第1の実施形態の弾性表面波装置の入出力インピーダンスが 50Ω 純抵抗となる場合の比 w/λ と、比 t/λ にIDTの電極指の本数 n を乗じた値との関係を示す図。

【図11】第1の実施形態の弾性表面波装置の入出力インピーダンスが 50Ω 純抵抗となる場合の比 w/λ と、比 t/λ にIDTの電極指の本数 n を乗じた値との関係を示す図。

【図12】本発明の第2の実施形態に係る弾性表面波装置の略図的平面図。

【図13】第2の実施形態の弾性表面波装置の減衰量周波数特性を示す図。

【図14】(a)及び(b)は、それぞれ、第2の実施形態の弾性表面波装置の2個の外側のIDTを含む入力側端子のインピーダンススミスチャート及び反対側の端子のインピーダンススミスチャートを示す図。

【図15】本発明の第3の実施形態に係る弾性表面波装置の略図的平面図。

【図16】第3の実施形態に係る弾性表面波装置の減衰量周波数特性を示す図。

【図17】(a)及び(b)は、第3の実施形態の弾性表面波共振子におけるインピーダンススミスチャートを示し、(a)は、2個の外側のIDTを含む入力側の端子のインピーダンススミスチャートを、(b)は、上記端子とは反対側の端子のインピーダンススミスチャートを示す図。

【図18】第3の実施形態の弾性表面波装置において、直列腕共振子を接続した後に並列腕共振子を接続した場合の総合特性としての減衰量周波数特性を示す図。

【図19】(a)及び(b)は、それぞれ、第3の実施形態の弾性表面波装置において、並列腕共振子を接続した後に直列腕共振子を接続した場合の総合特性としてのインピーダンススミスチャートを示し、(a)は2個の外側のIDTを含む側の端子のインピーダンススミスチャートを、(b)は上記端子とは反対側の端子のインピーダンススミスチャートを示す図。

【図20】第3の実施形態で用いられている並列腕共振子と直列腕共振子の総合特性としての減衰量周波数特性を示す図。

【図21】(a)及び(b)は、それぞれ、第3の実施形態で用いられている第2の並列腕共振子及び直列腕共振子の総合特性でのインピーダンススミスチャートを示し、(a)は、直列腕共振子側端子から見たインピーダンススミスチャートを、(b)は、並列腕共振子側端子から見たインピーダンススミスチャートを示す図。

【符号の説明】

21…弾性表面波装置

22…圧電基板

23…多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ

24…並列腕共振子

25, 27, 29…入力側IDT

26, 28…出力側IDT

30, 31…反射器

32a~32d…IDT

33…入力端子

34…接続点

35…出力端子

41…弾性表面波装置

42…圧電基板

43…多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ

44…並列腕共振子

60…直列腕共振子

61…IDT

62, 63…反射器

81…弾性表面波装置

82…圧電基板

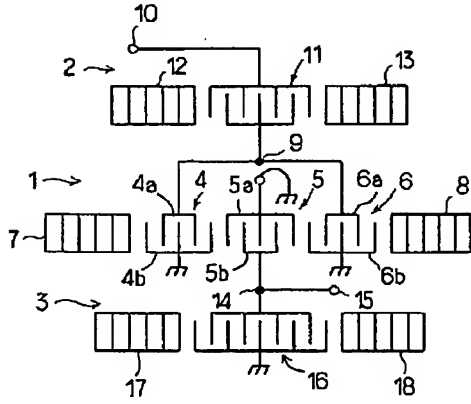
83…多電極型縦結合2重モードSAW共振子フィルタ

84…並列腕共振子

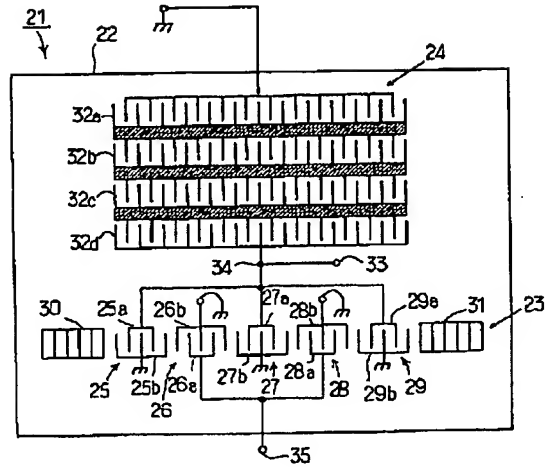
85…直列腕共振子

86…第2の並列腕共振子

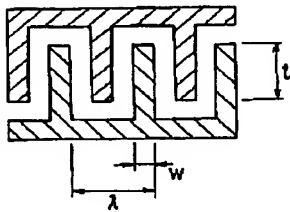
【図1】



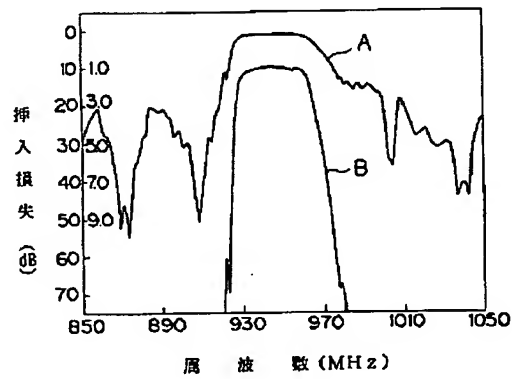
【図2】



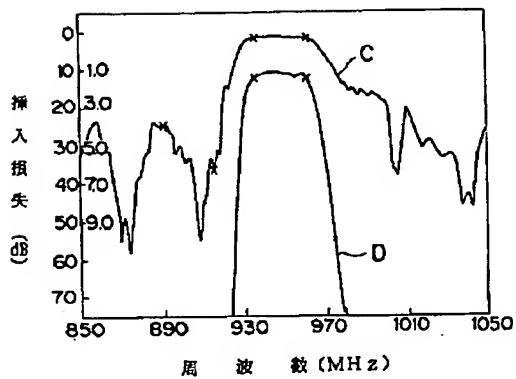
【図3】



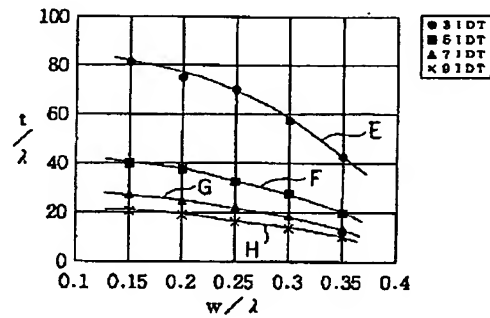
【図4】



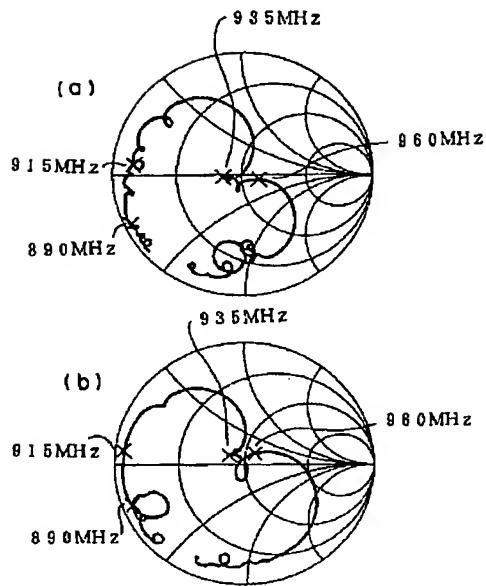
【図6】



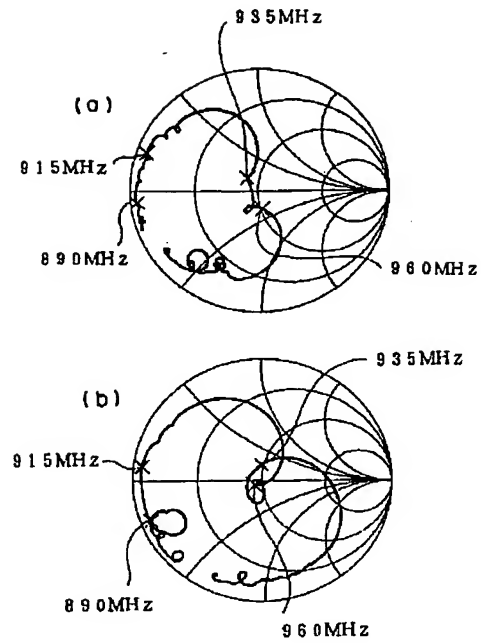
【図8】



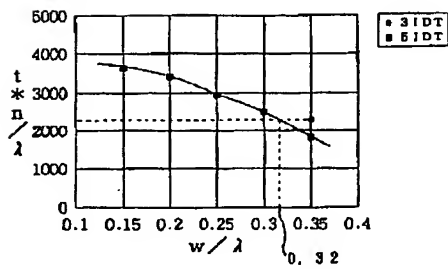
【図5】



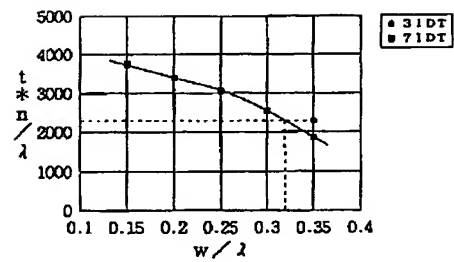
【図7】



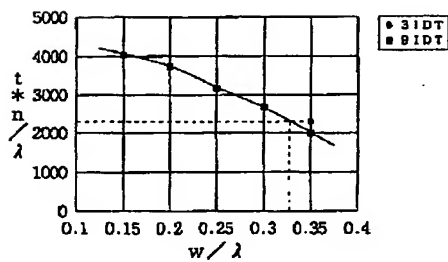
【図9】



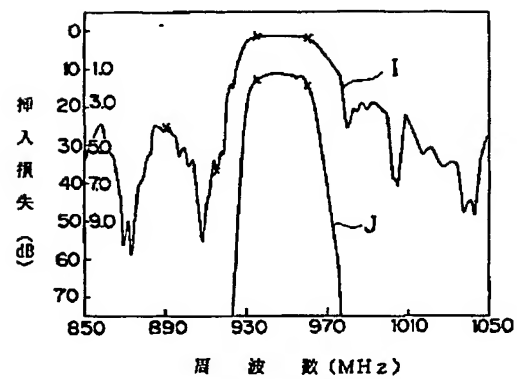
【図10】



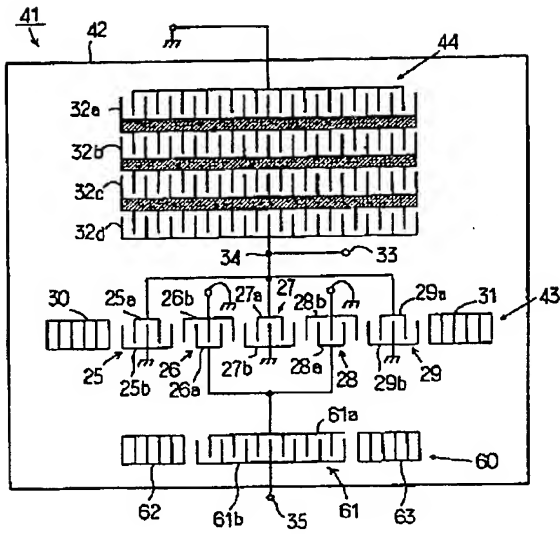
【図11】



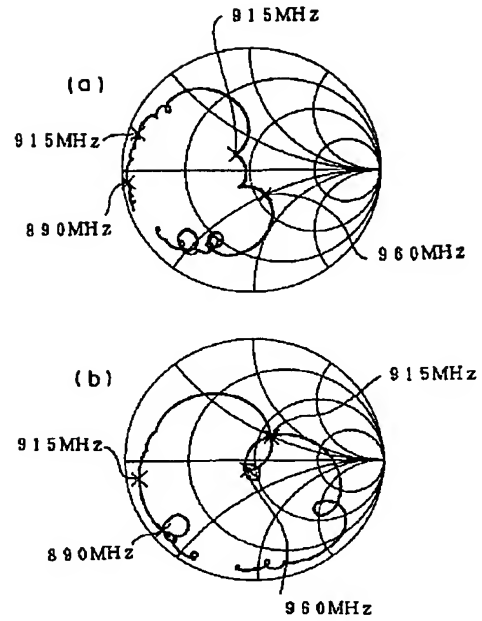
【図13】



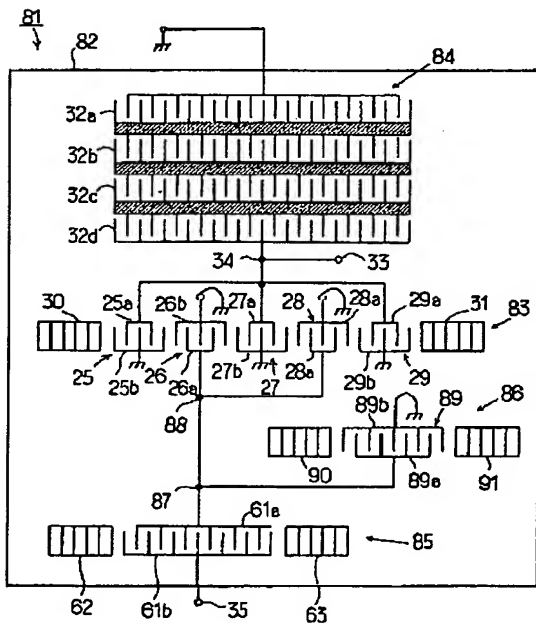
【図12】



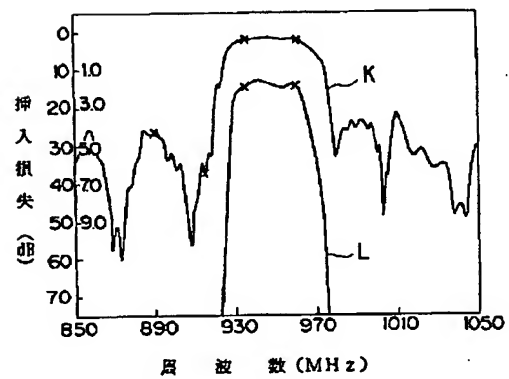
【図14】



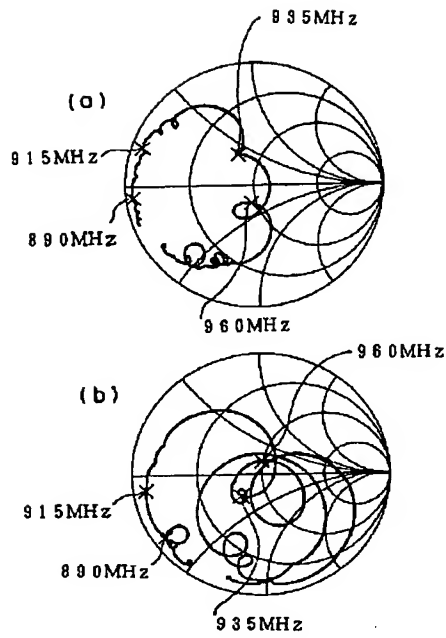
【図15】



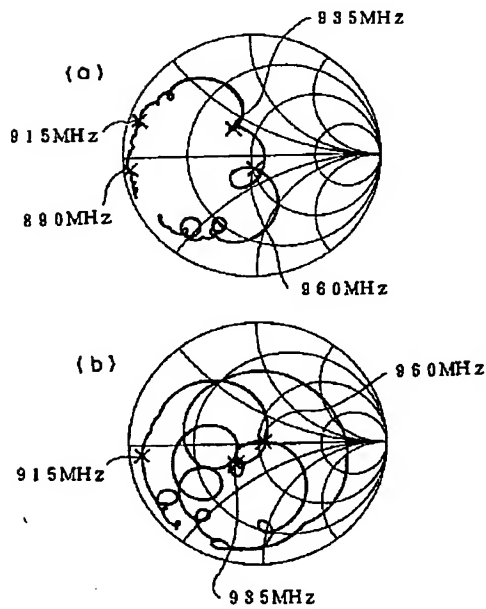
【図16】



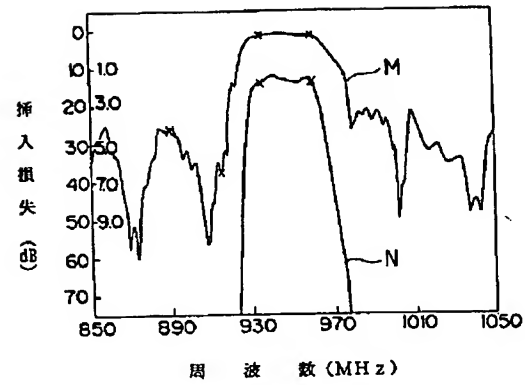
【図17】



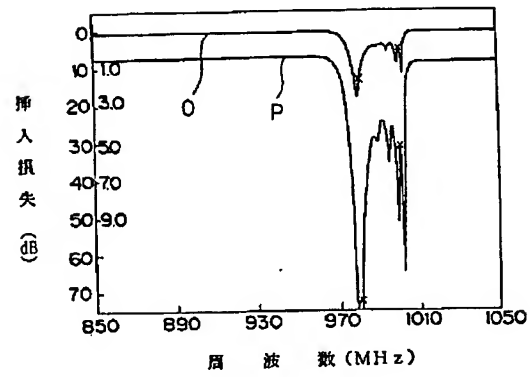
【図19】



【図18】



【図20】



【図21】

